

Docket No.: 48864-026

#5
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Yoshiko SAKAGAWA, et al.

Serial No.:

Group Art Unit:

Filed: March 28, 2000

Examiner:

For: THREE-DIMENSIONAL DATA INPUT METHOD AND APPARATUS



**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENTS**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

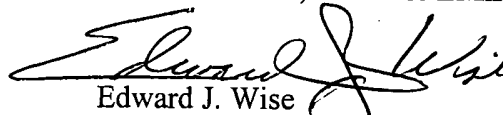
Japanese Patent Application No. 11-087552, filed March 30, 1999
and

Japanese Patent Application No. 11-087553, filed March 30, 1999

Certified copies are submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Edward J. Wise
Registration No. 34,523

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 EJW:klm
Date: March 28, 2000
Facsimile: (202) 756-8087

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

48964-026
MAR 28, 2000
SAKAGAWA et al

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年 3月30日

出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第087552号

出 願 人
Applicant(s):

ミノルタ株式会社



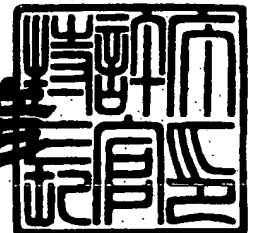
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 2月18日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



【書類名】 特許願

【整理番号】 TL02843

【提出日】 平成11年 3月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 11/24

【発明の名称】 3次元データ入力方法及び装置

【請求項の数】 2

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 坂川 佳子

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 藤井 英郎

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 塩野 光一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 川上 雄一

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086933

【弁理士】

【氏名又は名称】 久保 幸雄

【電話番号】 06-6304-1590

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010995

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716123

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元データ入力方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

被写体を確認するためのモニタ画面を有し、前記被写体を撮影することによって前記被写体の3次元データの入力を行うように構成された3次元データ入力装置における3次元データ入力方法であって、

前記被写体の一部分から入力した3次元データに基づいてその形状に対応する3次元形状モデルの画像を生成し、

前記3次元形状モデルの画像をフレーミングの案内画像として前記モニタ画面に表示し、

前記案内画像と前記被写体の画像のうち前記案内画像に対応する画像とが重なるようにフレーミングを行い、

前記フレーミングがなされた状態で前記被写体の撮影を行う、

ことを特徴とする3次元データ入力方法。

【請求項2】

被写体を確認するためのモニタ画面を有し、前記被写体を撮影することによって前記被写体の3次元データの入力を行うように構成された3次元データ入力装置であって、

前記被写体の一部分から入力した3次元データに基づいてその形状に対応する3次元形状モデルの画像を生成する3次元形状モデル画像生成手段と、

前記3次元形状モデルの画像をフレーミングの案内画像として前記モニタ画面に表示させる表示指示手段と、

フレーミングがなされた被写体を撮影することによって入力される3次元データを記憶する記憶手段と、

を有することを特徴とする3次元データ入力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被写体の 3 次元データを入力するための 3 次元データ入力方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光学式の 3 次元データ入力装置（3 次元カメラ）は、接触型に比べて高速の計測が可能であることから、CG システムや CAD システムへのデータ入力、身体計測、ロボットの視覚認識などに利用されている。このような 3 次元データ入力装置に好適な計測方法としてスリット光投影法（光切断法ともいう）が知られている。

【0003】

図 8 はスリット光投影法を適用した 3 次元カメラ 80 の入力原理を示す図である。

図 8 において、3 次元カメラ 80 は、投光部 81 と受光部 82 とを有する。投光部 81 は、断面が直線状のスリット光 S を照射する。受光部 82 は、撮像面 83 及び図示しない結像レンズを有する。投光部 81 と受光部 82 とは、通常、互いに所定の寸法だけ離れた状態で、1 つのハウジングに一体的に組み込まれている。

【0004】

被写体 Q1 は、投光部 81 からのスリット光 S によって照射され、その反射光が撮像面 83 上でスリット像として捕らえられる。このスリット像における 1 つの点 p' に対応する被写体 Q1 上の点 p の空間座標は、スリット光 S によって形成される平面と、点 p' 及び結像レンズの中心点 O を結ぶ直線 L との交点の座標として求められる。したがって、スリット光 S で得られた 1 枚のスリット像から、このスリット像上の各点に対応した被写体 Q1 の表面の点群の空間座標が求められる。スリット光 S を水平方向に移動させることで被写体 Q1 を走査し、各走査位置でのスリット像を入力することで被写体 Q1 の表側部分、つまりスリット光 S の照射を受けた部分の 3 次元データが入力される。

【0005】

被写体 Q1 の全周における 3 次元データを得たい場合には、被写体 Q1 につい

て複数方向から入力することが必要となる。そのための方法として2つの方法が知られている。第1の方法では、3次元カメラ80を、その撮影方向が被写体Q1に向いた状態で被写体Q1を中心とした所定の軌道上を移動させ、被写体Q1に対して複数方向から撮影を行う。第2の方法では、回転ステージに被写体Q1を載せて回転させ、所定位置に設置した3次元カメラ80により、被写体Q1に対して複数方向から撮影を行う。

【0006】

複数方向から入力された被写体Q1の3次元データは、3次元カメラ80の移動する軌道上における位置、又は回転ステージの位置に基づいて算出された変換パラメータにより、それぞれ位置合わせの処理が行われる。これにより、被写体Q1の全周における3次元データが得られる。

【0007】

しかし、上述した方法では、位置合わせの精度を向上するために、3次元カメラ80の位置又は回転ステージの角度位置を高精度に検出する必要があり、コスト高となる。

【0008】

しかも、3次元カメラ80を移動装置などにセットすることとなるため、3次元カメラ80を手持って撮影することができない。そのため、入力を行うことのできる被写体が制限される。つまり、例えば、既設の石像又は銅像などのように移動できない被写体は、この方法によっては3次元データの入力ができない。

【0009】

このような問題を解決するために、特開平9-5051号公報に記載の装置が提案されている。この従来の装置によると、被写体Q1を任意の複数方向から撮影し、3次元データの入力を行う。入力を行った後、複数方向から入力された3次元形状、及び、それらと同時に同一の視野から入力され且つ3次元データとの対応付けがなされているカラー画像を表示する。ユーザは、表示されたカラー画像を見ながら、それらの3次元形状における互いの対応点を色の変化などに基づいて手動で指定する。ユーザにより指定された対応点に基づいて、入力された3次元データの相互間の位置合わせが行われる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上に述べた従来の装置によると、複数の3次元データの相互間の位置合わせのために、ユーザが対応点を指定する作業を行う必要があり、その作業が極めて面倒である。

【0011】

また、3次元データの入力を行う際には、被写体Q1の全周について旨く撮影が行われたか否かを確認する方法がない。そのため、複数の3次元データが適切な重なりを持って連続していなかったり、データが不足する場合には、3次元データの相互間の対応点を旨くとることができない。そのような場合には、3次元データの相互間の位置合わせの精度が低下したり、酷い場合には撮影をやり直す必要がある。

【0012】

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたもので、被写体の3次元データの入力を簡単に迅速に且つ正確に行うことができ、被写体の全周又は所定範囲における欠落のない合成画像を容易に取得することを可能とする3次元データ入力方法及び装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

請求項1に係る3次元データ入力方法は、図5及び図6に示すように、被写体Qを確認するためのモニタ画面21を有し、前記被写体Qを撮影することによって前記被写体Qの3次元データの入力を行うように構成された3次元データ入力装置2における3次元データ入力方法であって、前記被写体Qの一部分から入力した3次元データに基づいてその形状に対応する3次元形状モデルの画像を生成し、前記3次元形状モデルの画像をフレーミングの案内画像GPとして前記モニタ画面21に表示し、前記案内画像GPと前記被写体Qの画像QPのうち前記案内画像GPに対応する画像とが重なるようにフレーミングを行い、前記フレーミングがなされた状態で前記被写体Qの撮影を行う。

【0014】

請求項 2 に係る 3 次元データ入力装置は、図 2 乃至図 6 に示すように、被写体 Q を確認するためのモニタ画面 2 1 を有し、前記被写体 Q を撮影することによって前記被写体 Q の 3 次元データの入力を行うように構成された 3 次元データ入力装置 2 であって、前記被写体 Q の一部分から入力した 3 次元データに基づいてその形状に対応する 3 次元形状モデルの画像を生成する 3 次元形状モデル画像生成手段 7 3 と、前記 3 次元形状モデルの画像をフレーミングの案内画像 G P として前記モニタ画面 2 1 に表示させる表示指示手段 7 6 と、フレーミングがなされた被写体 Q を撮影することによって入力される 3 次元データを記憶する記憶手段 6 3 と、を有する。

【0015】

【発明の実施の形態】

図 1 は本発明に係る 3 次元カメラ 2 を用いた計測システム 1 の構成図、図 2 は 3 次元カメラ 2 の外観を示す図である。

【0016】

図 1 に示すように、計測システム 1 は、3 次元カメラ 2 及びホスト 3 から構成される。

3 次元カメラ 2 は、スリット光投影法によって立体計測を行う可搬型の 3 次元データ入力装置であり、入力対象となる被写体 Q を撮影することにより、3 次元データ（距離データ）を入力し、この 3 次元データに基づいて被写体 Q の 3 次元形状を求めるための基となるデータを算出し出力する。

【0017】

ホスト 3 は、CPU 3 a、ディスプレイ 3 b、キーボード 3 c、及びマウス 3 d などから構成されたコンピュータシステムである。3 次元カメラ 2 とホスト 3 との間では、オンライン及び可搬型の記録メディア 4 によるオフラインの両方の形態のデータ受渡しが可能である。記録メディア 4 としては、光磁気ディスク（MO）、ミニディスク（MD）、メモリカードなどがある。

【0018】

ホスト 3 は、3 次元カメラ 2 から送られた 3 次元データに基づいて、三角測量法を用いてサンプリング点の座標を求める演算処理や貼り合わせ処理（合成処理

）などを行う。そのためのソフトウェアはCPU 3 aに組み込まれている。

【0019】

図2 (a) に示すように、3次元カメラ2は、そのハウジング20の前面に投光窓20 a及び受光窓20 bを有する。投光窓20 aは受光窓20 bに対して上側に位置する。内部の光学ユニットOUが射出するスリット光（所定幅wの帯状のレーザビーム）Uは、投光窓20 aを通過して被写体Qに向かう。スリット光Uの長さ方向M1の放射角度 ϕ は固定である。被写体Qの表面で反射したスリット光Uの一部が受光窓20 bを通過して光学ユニットOUに入射する。なお、光学ユニットOUは、投光軸と受光軸との相対関係を適正化するための2軸調整機構を備えている。

【0020】

ハウジング20の上面には、ズーミングボタン25 a、25 b、手動フォーカシングボタン26 a、26 b、及びシャッターボタン27が設けられている。

また、図2 (b) に示すように、ハウジング20の背面には、ファインダー21、カーソルボタン22、セレクトボタン23、キャンセルボタン24、アナログ出力端子32、デジタル出力端子33、及び記録メディア4の着脱口30 aが設けられている。

【0021】

ファインダー21は、液晶ディスプレイなどのモニタ画面を有した画像表示装置である。ファインダー21上には、モニタ画像QP及び本発明の特徴である案内画像GPが表示される。モニタ画像QP及び案内画像GPの詳細については後述する。また、各操作段階においてユーザが次に行うべき操作を文字や記号によって指示する操作手順情報、及び撮影した部分の3次元データが濃淡によって表現された距離画像（濃淡画像）が表示される。

【0022】

背面の各ボタン22～24は、撮影モード等の設定を行うためのものである。

アナログ出力端子32からは、被写体Qの2次元画像信号が例えばNTSC形式で出力される。デジタル出力端子33は例えばSCSI端子である。

【0023】

次に、3次元カメラ2の機能について説明する。

図3は3次元カメラ2の機能構成を示すブロック図である。図3における実線矢印は電気信号の流れを示し、破線矢印は光の流れを示している。

【0024】

図3に示すように、3次元カメラ2は、上述の光学ユニットOUを構成する投光側及び受光側の2つの光学系40、50を有している。光学系40において、半導体レーザ(LD)41が射出する波長685nmのレーザビームは、投光レンズ系42を通過することによってスリット光Uとなり、ガルバノミラー(走査手段)43によって偏向される。半導体レーザ41のドライバ44、投光レンズ系42の駆動系45、及びガルバノミラー43の駆動系46は、システムコントローラ61によって制御される。

【0025】

光学系50において、ズームユニット51によって集光された光はビームスプリッタ52によって分光される。

半導体レーザ41の発振波長帯域の光は、計測用センサ53に入射する。可視帯域の光は、モニタ用カラーセンサ54に入射する。計測用センサ53及びモニタ用カラーセンサ54は、どちらもCCDエリアセンサである。計測用センサ53及びモニタ用カラーセンサ54は、それぞれ、被写体Qの撮影情報又は撮像情報を電気信号として出力する。

【0026】

ズームユニット51は内焦型であり、図示しないズームレンズが設けられている。このズームレンズを長焦点側と短焦点側との間で撮影方向に沿って移動することにより、3次元データを様々な解像度で入力することができる。また、入射光の一部がオートフォーカシング(AF)に利用される。AF機能は、AFセンサ57、レンズコントローラ58、及びフォーカシング駆動系59によって実現される。ズーミング駆動系60は電動ズーミングのために設けられている。

【0027】

次に、3次元カメラ2における電気信号の主な流れについて説明する。

まず、計測用センサ53による撮影情報は、ドライバ55からのクロックに同

期して出力処理回路 62 へ転送される。出力処理回路 62 は、計測用センサ 53 の出力する各画素の光電変換信号を増幅する増幅器、及び光電変換信号を 8 ビットの受光データに変換する A/D 変換部を有している。出力処理回路 62 で得られた受光データはメモリ 63 によって一時的に記憶された後、重心演算回路 73 へ送られる。その際のアドレス指定はメモリ制御回路 63A が行う。重心演算回路 73 は、入力された受光データに基づいて 3 次元形状を算出するための基となるデータを算出し、それを出力用メモリ 64 に出力する。出力用メモリ 64 に格納されたデータは、SCSI コントローラ 66 を介してデジタル出力端子 33 から出力され、又は記録メディア 4 に出力される。

【0028】

また、重心演算回路 73 は、被写体 Q の形状に対応した 3 次元データである被写体形状データ TD を生成し、それを表示用メモリ 74 に出力する。表示用メモリ 74 に格納された被写体形状データ TD は、表示制御部 76 によって後述する画像処理などが施された後、案内画像 GP としてファインダー 21 上に表示される。

【0029】

一方、モニタ用カラーセンサ 54 による撮像情報は、ドライバ 56 からのクロックに同期してカラー処理回路 67 へ転送される。カラー処理を受けた撮像情報は、NTSC 変換回路 70 及びアナログ出力端子 32 を経てオンライン出力され、又はデジタル画像生成部 68 で量子化されてカラー画像メモリ 69 に格納される。カラー画像メモリ 69 に格納された撮像情報は、SCSI コントローラ 66 を介した後、デジタル出力端子 33 からオンライン出力され又は記録メディア 4 に書き込まれる。撮像情報は、また、表示制御部 76 を介してファインダー 21 上にモニタ画像 QP として表示される。

【0030】

システムコントローラ 61 は、表示制御部 76 に対して、ファインダー 21 上に操作手順情報を表示するための指示を与える。なお、被写体形状データ TD を生成するための光学系 40、50 から重心演算回路 73 に至るまでの回路、表示用メモリ 74、カラー画像メモリ 69、表示制御部 76、システムコントローラ

61、及びファインダー 21 は、重合わせ画像発生部 7 を構成する。

【0031】

以上のような構成及び機能を有する 3 次元カメラ 2 によって、被写体 Q の全周又は所定範囲の 3 次元データが入力される。

図 4 は 3 次元カメラ 2 によって被写体 Q の全周又は所定範囲の 3 次元データを入力する具体的な方法を示す図である。

【0032】

図 4 (a) に示す方法は、ユーザが 3 次元カメラ 2 を被写体 Q の周囲で移動させ、適応的に撮影条件を変更して入力を行う。図 4 (b) に示す方法は、被写体 Q それ自体を移動させながら、適応的に撮影条件を変更して入力を行う。また、3 次元カメラ 2 を所定のアームに取り付け、このアームを移動させることで被写体 Q を撮影する位置を変えるようにしてもよい。

【0033】

次に、モニタ画像 QP 及び案内画像 GP について説明する。

図 5 は重合わせ画像発生部 7 によるモニタ画像 QP 及び案内画像 GP の生成の過程を説明するための図、図 6 はファインダー 21 上に表示された被写体 Q のモニタ画像 QP 及び案内画像 GP を示す図である。

【0034】

図 5 及び図 6 において、モニタ画像 QP は、被写体 Q のうちユーザが 3 次元カメラ 2 の視線を向けて 3 次元データを入力しようとしている部分をモニタするためのカラー画像であり、カラー画像メモリ 69 に格納された撮像情報から生成される。

【0035】

案内画像 GP は、被写体 Q の全周又は所定範囲の 3 次元データを入力する際に、被写体 Q をどの位置からどのようにして撮影すべきかという情報をユーザに与える画像である。案内画像 GP は、図 5 に示されるように、被写体形状データ TD から生成される。

【0036】

ここで、被写体形状データ TD は、被写体 Q を入力した際の当該入力部分の 3

次元データである。本実施形態においては、兎の左半身が例として示されている。

【0037】

被写体形状データTDに対して、ワイヤーフレーム、シェーディング、テクスチャマッピング、又は色付けなどの処理が施される。色付けは、ワイヤーフレーム、シェーディング、又はテクスチャマッピング画像に対して、モニタ画像QPとの識別を行い易くするためになされる。色付けにより、例えば、青、緑、赤などの色となる。また、モニタ画像QPと案内画像GPの混合比を変えることにより、つまりオーバーラップしているこれら2つの画像の濃度の割合を任意に変えることにより、ユーザにとって最も見やすい状態とすることも可能である。これらの処理が施されることにより、案内画像GPとモニタ画像QPとの重ね合わせが容易となる。ユーザの希望に応じて、いずれの処理を施すかを選択することが可能である。本実施形態においては、テクスチャマッピングを施した例が示されている。

【0038】

ユーザは、案内画像GPが被写体を所望の位置から見たときの状態となるように、被写体形状データTDを回転（姿勢変化）させたり、ズームングさせたりすることができる。これによって案内画像GPが変化する。ユーザはこの案内画像GPを参照して次の撮影位置を決めることができる。以降、案内画像GPをその表示形状によって他と区別する必要がある場合には、「GP1」「GP2」などのように末尾に数字を付して示す。

【0039】

これらのモニタ画像QP及び案内画像GPを用いて3次元データの入力を行う方法について、図5及び図6を参照して説明する。

ユーザは、まず、被写体Qを一方向から撮影する。ここでは、兎の左半身を右横から撮影する。撮影によって、兎の左半身の3次元データが得られる。得られた3次元データは、図6（a）に示すように、案内画像GP1としてファインダー21上に表示される。

【0040】

次に、ユーザは、例えば案内画像GP1（被写体形状データTD）を、上から見て右方向に回転させるように操作を行い、図6（b）に示すように、被写体を後方から見たときの状態である案内画像GP2を表示させる。このとき、被写体形状データTDの右側の端領域GPRがファインダー21上に表示されるようにしておく。1回目の撮影で得られた被写体形状データTDと、2回目の撮影で得られる被写体形状データTDとをつなぎ合わせるためののりしろを残しておくためである。なお、のりしろとなる端領域GPRの色を他の部分と異ならせると、ユーザが見やすくなる。

【0041】

次に、図6（c）に示すように、案内画像GP2とモニタ画像QPのうち案内画像GP2に対応する部分とが重なるようにフレーミングを行う。

なお、フレーミングに際しては、図4に示したように、3次元カメラ2を動かしてもよいし、被写体Qを動かしてもよい。ズーミングを行うことによって、又は3次元カメラ2を移動させることによって、様々な解像度で入力できる。例えば、顔などの精細なデータが必要な部分は高い解像度で入力し、これとは逆に背中などのあまり形状の変化が激しくない部分は低い解像度で入力することができる。これによって、不必要なデータの増大を防止できる。

【0042】

フレーミングを行った後で、シャッターボタン27を押して2回目の撮影を行う。ここでは、2回目は兎を後方から撮影する。

同様な操作によって、案内画像GP2を案内画像GP3、GP4…（図示せず）というように順次変更し、被写体の全周にわたって撮影を行う。これによって、被写体の全周の3次元データが入力される。

【0043】

なお、3回目以降の案内画像GP3、GP4…を生成するに当たって、例えば次の方法によることができる。

- （1） 前回に撮影した画像から案内画像GPを生成する。
- （2） これまでに撮影した全画像を使って案内画像GPを生成する。
- （3） これまでに撮影した画像の中から任意の画像を選択し、その画像から案

内画像G Pを生成する。

【0044】

このように、順次になされる案内画像G Pの変更は、ユーザの希望に応じて行う手動モード又は予プログラムによって決められた順序により行う自動モードのいずれでも可能である。手動モードを選択した場合には、マウスなどによって操作することも可能である。

【0045】

案内画像G Pを参考にして入力を行うことにより、被写体の3次元データの入力を簡単に迅速に且つ正確に行うことができる。また、撮影された複数の3次元データは、位置合わせが容易であり、精度良く位置合わせを行うことが可能であるから、被写体の全周又は所定範囲における欠落のない合成画像を容易に取得することができる。

【0046】

図7は3次元データの入力動作及び処理を示すフローチャートである。

被写体に対し、適当な位置を第1の視点として撮影を行うことにより、第1の3次元データが入力される(#1)。第1の3次元データの入力時における座標系でファインダー表示用視点位置が決定される(#2)。第1の視点で、第1の3次元データに基づいた案内画像G P 1が表示される(#3)。案内画像G P 1は、自動的又はユーザの指定による回転やズームングによって、案内画像G P 2となる。次の視点である第2の視点から案内画像G P 2とモニタ画像Q Pとを重ね合わせる(#4)。うまく重ね合わせができたなら、第2の3次元データの入力を行う(#5)。第2の3次元データを、第1の3次元データの座標系に変換するためのパラメータを求める。ファインダー21上で重ね合わせて入力した3次元データはそれぞれの座標系のデータとなっており、これらの座標系の間で変換が必要となる。3次元データの位置合わせを行うということは、一方の座標系への変換を行うということになる。位置合わせを行う方法としては後述の2つの方法が可能である(#6)。求められたパラメータにより、第2の3次元データに対する座標変換が行われ(#7)、初期位置合わせが完了する(#8)。さらに高精度に位置合わせを行うために、ICPにて微調整を行う(#9)。

【0047】

なお、ICPとは、最も近い点を対応点として対応点間のトータル距離を最小にする方法である。ICPについては「A method of registration of 3-D shapes.」(P. Besl and N. McKay. 著、IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 12(2):239~256, 1992.)を参照することができる。

【0048】

次に、(#6)で述べた位置合わせを行う2つの方法について説明する。

[第1の位置合わせ方法]

説明には次に示す各パラメータを用いる。

【0049】

- Pt : 案内画像GP作成時の視点位置
- Vt : 案内画像GP作成時の視線方向
- Ut : 案内画像GP作成時の上方向ベクトル
- Ft : 案内画像GP作成時の焦点距離
- St : 案内画像GP作成時の注視点までの距離
- Fa : 撮影した時の焦点距離
- Sa : 撮影距離
- Pa : 撮影した時の視点位置
- Va : 撮影した時の視線方向
- Ua : 撮影した時の上方向ベクトル
- Pa' : 座標変換後の視点位置
- Va' : 座標変換後の視線方向
- Ua' : 座標変換後の上方向ベクトル

ここに説明する方法では、撮影したときの視点位置Paを求めて位置合わせを行う。ファインダー21上に表示された案内画像GPを作成するときに視点位置Ptと視線方向Vtとが設定される。

【0050】

ファインダー 21 上で案内画像 GP にモニタ画像 QP を重ね合わせて被写体 Q を撮影するときの視線方向 V_a 及び視点位置 P_a は次のようになる。すなわち、視線方向 V_a は視線方向 V_t と同じ方向であり〔下記の (3) 式〕、視点位置 P_a は視線方向 V_t と同じ方向の前後に移動した位置となる。

【0051】

ここで、撮影したときのレンズ情報（焦点距離）が得られるため、像倍率が案内画像 GP と同じになるように撮影距離 S_a を求めることにより、視線方向 V_a ($=V_t$) の前後の移動距離 ($S_t - S_a$) が計算でき、下記の (4) 式のように視点位置 P_a が求められる。すなわち、

$$F_t / S_t = F_a / S_a \quad \dots (1)$$

であるから、撮影距離 S_a は次の (2) 式のようになる。

【0052】

$$S_a = (F_a \times S_t) / F_t \quad \dots (2)$$

また、

$$V_a = V_t, U_a = U_t \quad \dots (3)$$

であるから、撮影したときの視点位置 P_a は次の (4) 式のようになる。

【0053】

$$P_a = P_t + (S_t - S_a) \times V_t \quad \dots (4)$$

各方向から得られた 3 次元データを視点位置 P_a に基づいて平行移動させ、視線方向 V_a に基づいて回転移動させることで、案内画像 GP を作成したもとの 3 次元データの座標系へ変換することが可能となる。もとの 3 次元データの座標系へ変換する座標変換のための平行移動量 T は次の (5) 式のようになる。

【0054】

$$T = P_{a'} - P_a \quad \dots (5)$$

座標変換後の視線方向 $V_{a'}$ 及び座標変換後の上方向ベクトル $U_{a'}$ は、回転マトリックスを R とすると、 V_a 、 U_a を用いて、それぞれ次の (6) (7) 式のように表される。

【0055】

$$V_{a'} = R \times V_a \quad \dots (6)$$

$$U a' = R \times U a \quad \dots (7)$$

平行移動量T及び回転マトリックスRによって各方向から得られた3次元データをもとの3次元データの座標系でのデータに変換することで位置合わせが行われる。

【0056】

重ね合わせを行うことで3次元カメラ2と被写体Qとの相対的な移動量が求められる。複数位置から入力した3次元データを、この移動量に基づいて、初めに撮影したときの座標系におけるデータに変換する。これにより、位置合わせが行える。

【0057】

上述したように、複数位置から入力された3次元データは、モニタ画像QPと案内画像GPとの重ね合わせにより、精度良く位置合わせが行われた状態で入力されている。したがって、事後的に位置合わせを行う必要がなく楽である。

【0058】

このように精度良く位置合わせが行われた複数位置からの3次元データに基づいて、ホスト3で貼り合わせ処理が行われる。したがって、ホスト3での貼り合わせ処理が高速に且つ高精度で行える。

〔第2の位置合わせ方法〕

この方法では、3次元データの重なり部分が既知であることを利用して位置合わせを行なう。

【0059】

説明には次に示す各パラメータを用いる。

P t i : 最初に撮影されたデータの対応点

P a i : ファインダー上で位置合わせして撮影したデータの対応点

T : 平行移動量

R : 回転移動を示す回転マトリックス

ファインダー21上で重なったエリア内の点群に対し、この2次元画像上で最も近い点を対応点とする。この対応点の3次元上での距離が最小になるような座標変換を行うことにより位置合わせが行われる。対応点の距離が最小になる座標

変換は、対応点の重心位置が一致するように平行移動量を決定し、次に回転移動を最小2乗法などを用いて求めることができる。その際に、次に示す(8)(9)式を用いる。

【0060】

【数1】

$$T = \left(\sum_i P_{ti} - \sum_i P_{ai} \right) / N \quad \cdots (8)$$

【0061】

回転マトリックスRはJを最小にするように決定する。

【0062】

【数2】

$$J = \sum_i \left| P_{ti} - R \times (P_{ai} - T) \right|^2 \quad \cdots (9)$$

【0063】

この計算方法については、文献「Faugeras and Hebert, 1986 O. Faugeras and M. Hebert. The representation, recognition and locating of 3-D objects. Internatinoal Journal of Robotics Research 5(3):27-52, 1986.」を参照することができる。

【0064】

以上のようにして求められた平行移動量T及び回転マトリックスRを用いて第2の3次元データの各点P_iの座標変換を次の(10)式により行う。

$$P'_i = R \times (P_i - T) \quad \cdots (10)$$

上述の座標変換を行なうことにより、第1の3次元データと第2の3次元デー

タとの位置合わせが可能となる。

【0065】

上述の実施形態において、案内画像GP及びモニタ画像QPを3次元カメラ2と一体となったファインダー21上に表示させたが、3次元カメラ2と別体化したファインダーやホスト3におけるディスプレイ3bに表示させることも可能である。

【0066】

上述の実施の形態において、ファインダー21として、ハーフミラーなどを用いたシースルー方式の表示装置を用いてもよい。これにより、3次元カメラ2の消費電力が節約できる。

【0067】

上述の実施の形態においては、撮影した被写体Qの3次元データに基づいて案内画像GPが生成されるため、案内画像GPを予め作成する手間が省けるとともに案内画像GPを格納しておくためのメモリが最小限で済む。

【0068】

上述の実施形態において、計測システム1、3次元カメラ2の各部又は全体の構成、形状、配置、回路、処理形態などは、本発明の主旨に沿って適宜変更することができる。

【0069】

【発明の効果】

本発明によると、被写体の3次元データの入力を簡単に迅速に且つ正確に行うことができ、被写体の全周又は所定範囲における欠落のない合成画像を容易に取得することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る3次元カメラを用いた計測システムの構成図である。

【図2】

3次元カメラの外観を示す図である。

【図3】

3次元カメラの機能構成を示すブロック図である。

【図 4】

3次元カメラによって被写体の全周又は所定範囲の3次元データを入力する具体的な方法を示す図である。

【図 5】

重ね合わせ画像発生部によるモニタ画像及び案内画像の生成の過程を説明するための図である。

【図 6】

ファインダー上に表示された被写体のモニタ画像及び案内画像を示す図である。

【図 7】

3次元データの入力動作及び処理を示すフローチャートである。

【図 8】

スリット光投影法を適用した3次元カメラの入力原理を示す図である。

【符号の説明】

2 3次元カメラ（3次元データ入力装置）

21 ファインダー（モニタ画面）

63 メモリ（記憶手段）

73 重心演算回路（3次元形状モデル画像生成手段）

76 表示制御部（表示指示手段）

Q 被写体

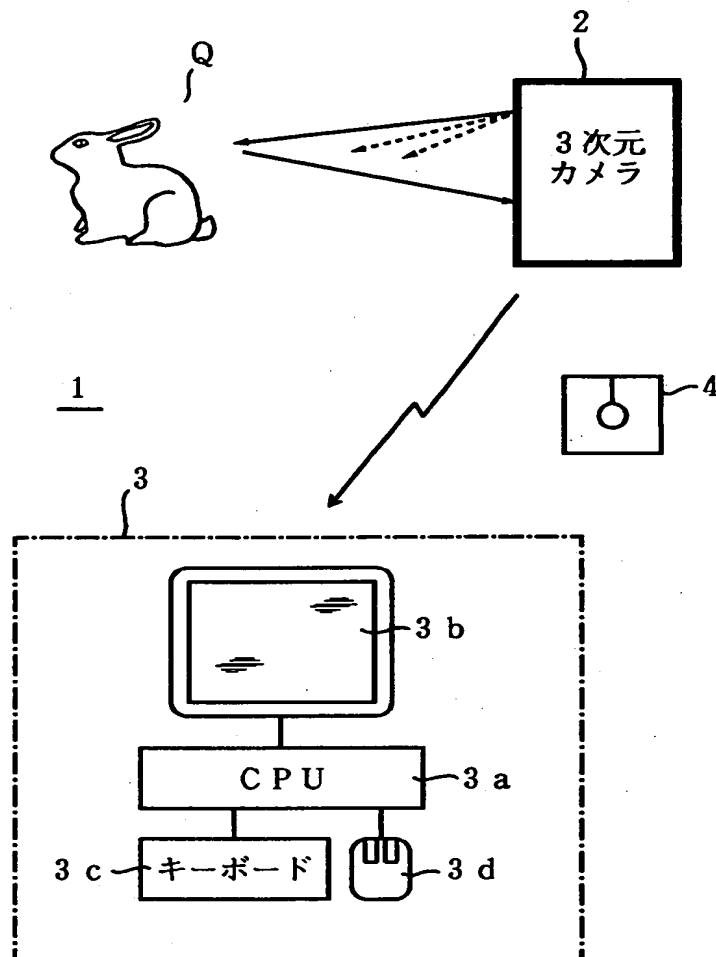
GP 案内画像

QP モニタ画像（画像）

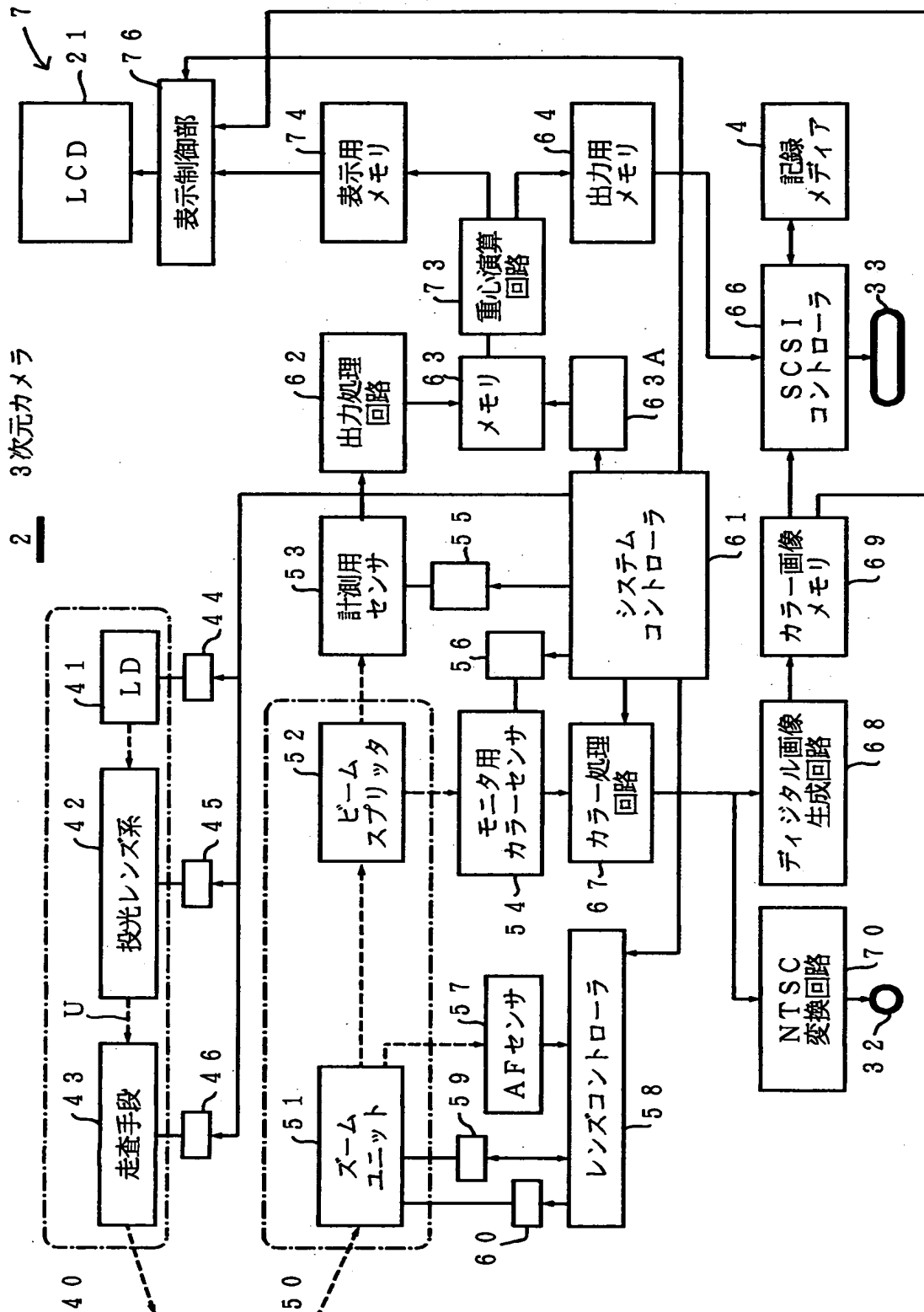
【書類名】

図面

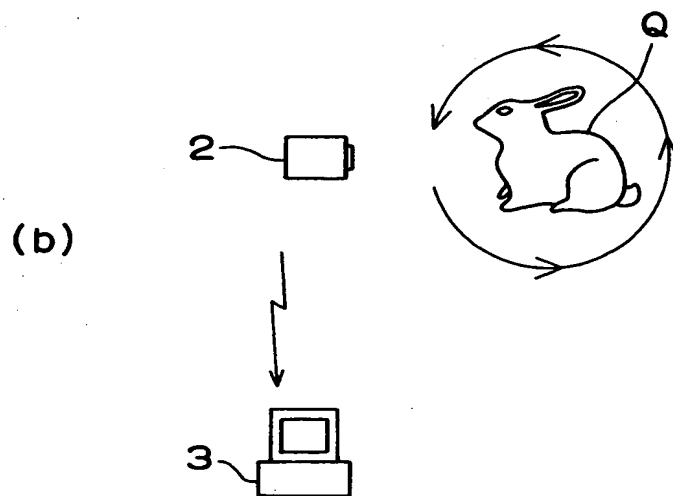
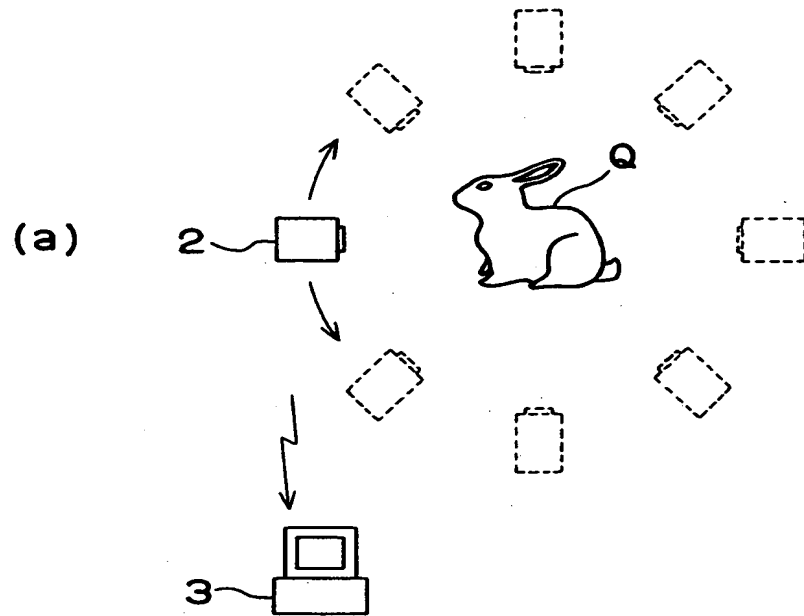
【図 1】



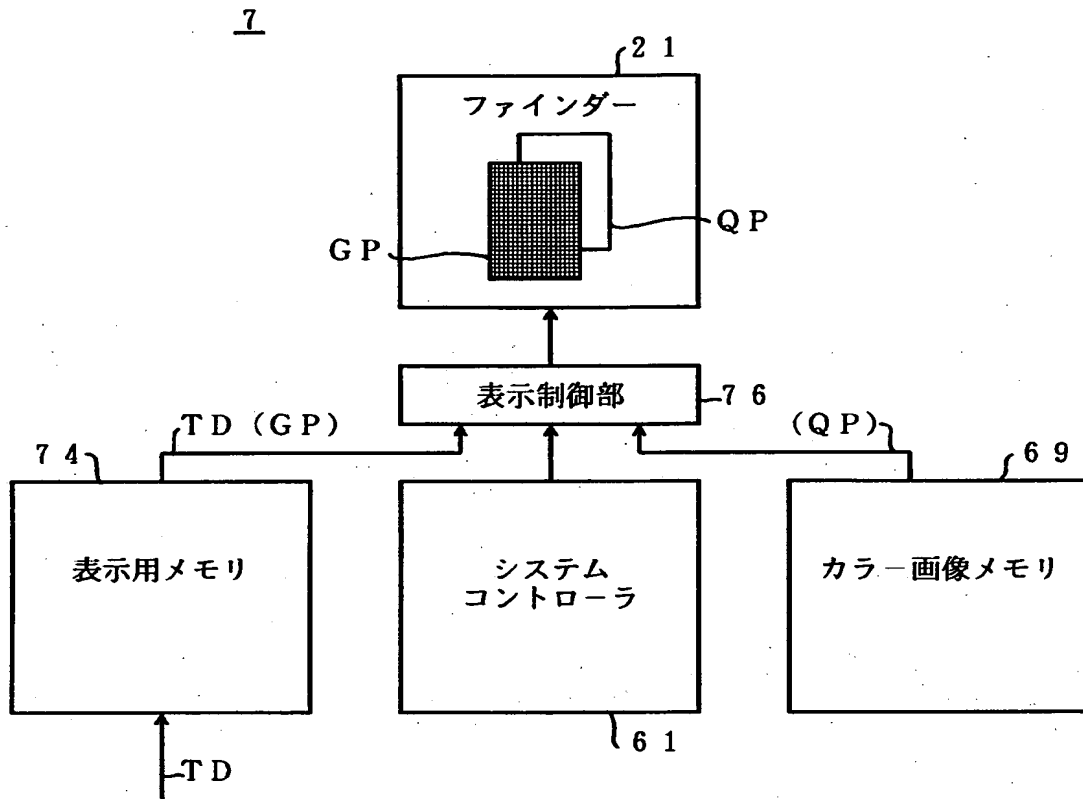
【図 3】



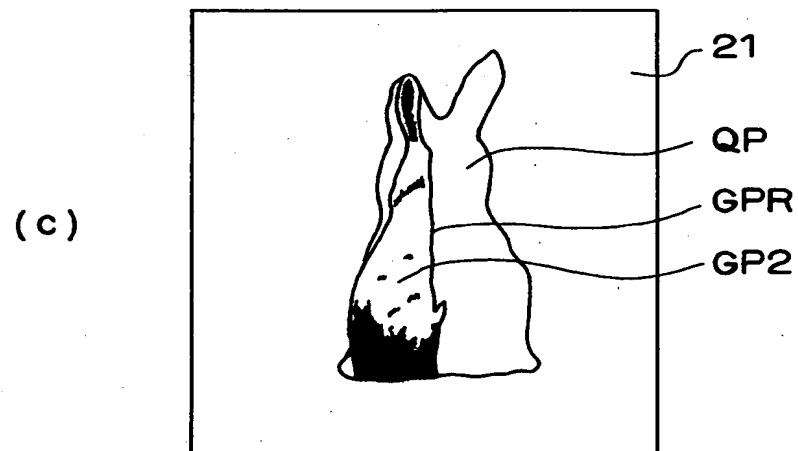
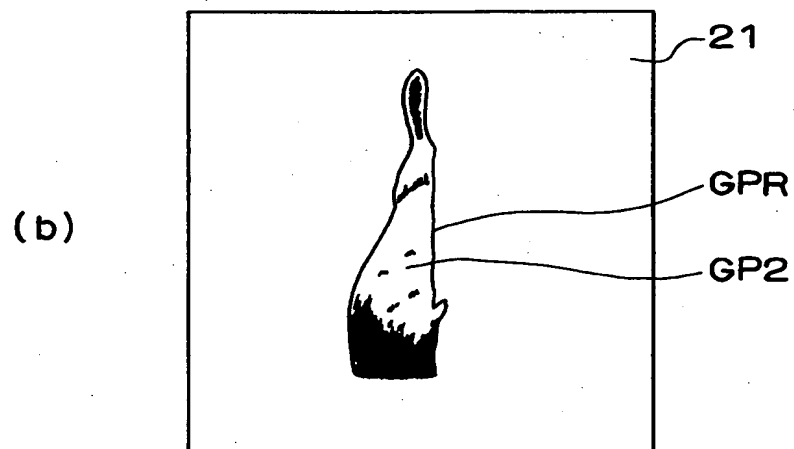
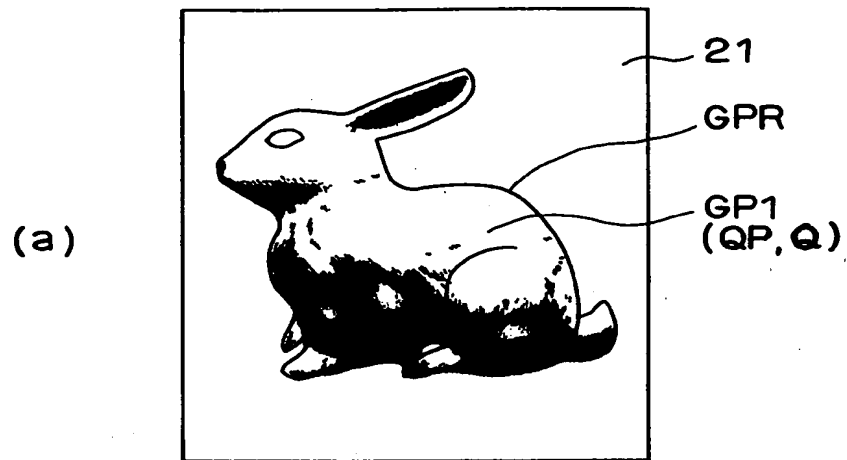
【図4】



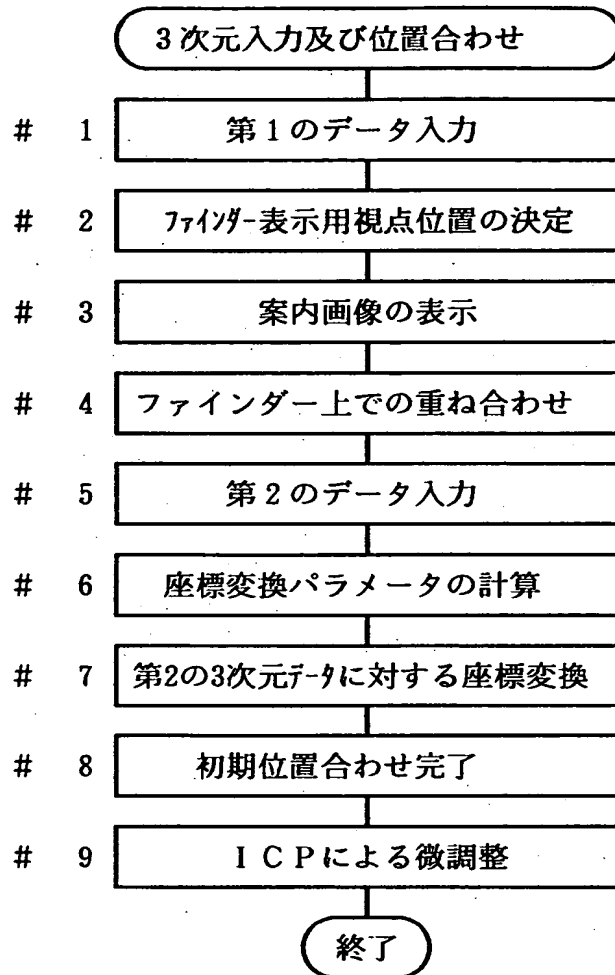
【図 5】



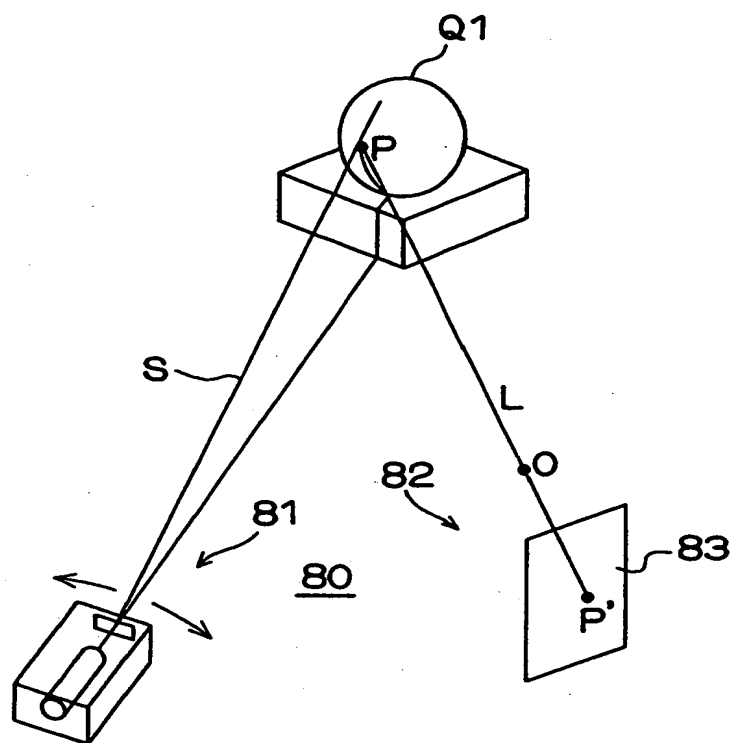
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】被写体の3次元データの入力を簡単に迅速に且つ正確に行うことができ、被写体の全周又は所定範囲における欠落のない合成画像を容易に取得できるようにすること。

【解決手段】被写体Qを確認するためのモニタ画面21を有し、被写体Qを撮影することによって被写体Qの3次元データの入力を行うように構成された3次元データ入力装置における3次元データ入力方法であって、被写体Qの一部分から入力した3次元データに基づいてその形状に対応する3次元形状モデルの画像を生成し、3次元形状モデルの画像をフレーミングの案内画像GPとしてモニタ画面21に表示し、案内画像GPと被写体Qの画像QPのうち案内画像GPに対応する画像とが重なるようにフレーミングを行い、フレーミングがなされた状態で被写体Qの撮影を行う。

【選択図】 図6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社